

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2003年 3月31日

出 願 番 号

Application Number:

特願2003-093134

[ST.10/C]:

[JP2003-093134]

出 願 人

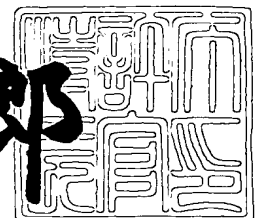
Applicant(s):

株式会社日立製作所

2003年 6月16日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田 信一郎



出証番号 出証特2003-3046716

【書類名】 特許願

【整理番号】 K02012821A

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

 【氏名】 淡河 紀宏

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

 【氏名】 小島 修一

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

 【氏名】 岡崎 幸司

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

 【氏名】 重松 恵嗣

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県小田原市国府津 2 8 8 0 番地 株式会社日立製作所 ストレージ事業部内

 【氏名】 田島 康成

【特許出願人】

 【識別番号】 000005108

 【氏名又は名称】 株式会社日立製作所

【代理人】

 【識別番号】 100075096

【弁理士】

【氏名又は名称】 作田 康夫

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013088

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気抵抗効果ヘッド及びその製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板上に形成される下部磁気シールドと、前記下部磁気シールド上に形成される磁区制御下地層と、前記磁区制御下地層上に形成される下地層、自由層、非磁性層、固定層及び及び前記固定層の磁化方向を固定する反強磁性層とを有する多層膜と、前記磁区制御下地層上に形成され、前記自由層のトラック幅方向両端部に接触し、かつ前記自由層の磁区制御を行う磁区制御膜と、前記多層膜に電流を供給する一对の電極膜と、前記多層膜及び前記電極膜上に形成される上部磁気シールドとを有する磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 2】 基板上に形成される下部磁気シールドと、前記下部磁気シールド上に形成される磁区制御下地層と、前記磁区制御下地層上に形成される下地層、自由層、非磁性層、固定層及び及び前記固定層の磁化方向を固定する反強磁性層とを有する多層膜と、前記磁区制御下地層上に形成され、前記自由層のトラック幅方向両端部に接触し、かつ前記自由層の磁区制御を行う磁区制御膜と、前記磁区制御膜上に形成される絶縁膜と、前記多層膜及び前記絶縁膜上に形成される上部磁気シールドとを有する磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 3】 前記磁区制御下地層はCr、Ti、W、Mo、V、Mn、Nb、Taのうちいずれか1つ又は2つ以上から選択された非磁性材料で形成されていることを特徴とする請求項 1 或いは請求項 2 に記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 4】 前記磁区制御下地層の膜厚を t_{UL} と定義したとき、前記磁区制御下地層の上端部と前記磁区制御膜の最下部との距離で定義される OM との関係が $0 \leq OM \leq t_{UL}$ である請求項 1 乃至請求項 3 いずれかに記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 5】 前記 t_{UL} と前記 OM の関係が $0.8 \leq OM \leq t_{UL} \cdot 2.2$ である請求項 1 乃至請求項 4 いずれかに記載の磁気抵抗効果ヘッド。

【請求項 6】 基板上に下部磁気シールドを成膜する工程と、

前記下部磁気シールド上に前記磁区制御下地層を成膜する工程と、

前記磁区制御下地層上に下地層、自由層、非磁性層、固定層、及び前記固定層の磁化方向を一方向に固定するための反強磁性層を有する多層膜を形成する工程

と、

前記多層膜上の一部にレジスト層を形成する工程と、

前記レジスト層に覆われていない前記多層膜及び前記磁区制御下地層の一部を削って除去する工程と、

前記多層膜のトラック幅方向側面及びその両側の前記磁区制御下地層上に磁区制御膜を成膜する工程と、

前記磁区制御膜上に電極膜を成膜する工程と、

前記レジスト層を除去する工程、

前記電極膜及び前記多層膜上に上部磁気シールドを形成する工程とを有する磁気抵抗効果ヘッドの製造方法。

【請求項 7】 基板上に下部磁気シールドを成膜する工程と、

前記下部磁気シールド上に前記磁区制御下地層を成膜する工程と、

前記磁区制御下地層上に下地層、自由層、非磁性層、固定層、及び前記固定層の磁化方向を一方向に固定するための反強磁性層を有する多層膜を形成する工程と、

前記多層膜上の一部にレジスト層を形成する工程と、

前記レジスト層に覆われていない前記多層膜及び前記磁区制御下地層の一部を削って除去する工程と、

前記多層膜のトラック幅方向側面及びその両側の前記磁区制御下地層上に磁区制御膜を成膜する工程と、

前記磁区制御膜上に絶縁膜を成膜する工程と、

前記レジスト層を除去する工程、

前記電極膜及び前記絶縁膜上に上部磁気シールドを形成する工程とを有する磁気抵抗効果ヘッドの製造方法。

【請求項 8】 前記基板を加熱する工程を更に有する請求項 6 或いは請求項 7 に記載の磁気抵抗効果ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 本発明は磁気抵抗効果ヘッド及びその製造方法に関する

る。

【0002】

【従来の技術】図2は、特許文献1の磁気抵抗効果ヘッドのセンサ部をABS面から見た断面図である。まず、図2に示すように、多層膜Lは、下地層1の上に自由層2、非磁性層3、固定層4、反強磁性層5、キャップ層6が形成されてなる。

【0003】

また、下部絶縁ギャップ層8の中央部分には隆起部8aが形成され、隆起部8aのトラック幅方向における両側端面からは、トラック幅方向に長く延びる延出部8bが形成されている。尚、隆起部8a上には多層膜Lが積層されている。

【0004】

更に、延出部8b上から多層膜Lのトラック幅方向の両端面にかけて、Crなどの磁区制御下地層9が形成されている。また磁区制御下地層9上には磁区制御膜10が形成されている。なお磁区制御下地層9は、前記磁区制御膜10の磁気特性(保磁力など)を向上させるために用いられる。そして、磁区制御膜10上には電極膜11が形成されている。

【0005】

ここで、自由層2の磁化はトラック幅方向に揃えられ、磁区制御膜10からのバイアス磁界によって、自由層2の磁区が制御される。

【0006】

【特許文献1】

特開2002-151755号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】図3(a)は従来の磁気抵抗効果ヘッドのセンサ部における磁荷、バイアス磁界HbL、自由層反磁界Hd、及び交換相互作用Jexを模式的に示した図である。

【0008】

図3(a)に示したような従来の構造では自由層の左右両端に磁荷が発生し、自由層の磁化方向と逆方向の反磁界Hdが自由層内部に生じる。このため磁区制御が困難となる。ヘッドノイズが小さく良好な再生特性を得るには、磁区制御膜10か

ら自由層2に十分なバイアス磁界 H_{bL} を与えて、自由層2の磁区を制御する必要がある。

【0009】

しかしながら、自由層2に十分なバイアス磁界 H_{bL} を与えた場合、自由層2の左右両端に感度の低い領域(不感帯)が発生し、ヘッドの再生出力が低下する。また反磁界 H_d の発生を避けるために磁区制御下地層9をなくして、磁区制御膜10を自由層2に直接接触させようとする、磁区制御膜10の保磁力が低下するため、自由層2の磁区を適切に制御することができない。

【0010】

本発明の目的は上記の問題を解決するためのものであり、自由層の適切な磁区制御を行うことができる磁気抵抗効果ヘッド及びその製造方法を提供することである。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明は、磁気抵抗効果ヘッドにおいて、多層膜のトラック幅方向両端下部に磁区制御膜下地層が形成され、下地層上に磁区制御膜が自由層のトラック幅方向両側端面に接触していることを特徴とする。

【0012】

図3(b)は本発明の磁気抵抗効果ヘッドにおける磁荷、バイアス磁界 H_{bL} 、自由層反磁界 H_d 、及び交換相互作用 J_{ex} を模式的に示した図である。本発明では図3(b)に示す様に自由層のトラック幅方向両側端面に磁区制御膜が接触する構造となる。したがって自由層の左右両端に磁荷が発生せず、自由層内部に反磁界 H_d が発生しない。このため磁区制御が容易になる。

【0013】

さらに図3(b)に示すように自由層のトラック幅方向両側端面のスピンの磁区制御膜のスピンの間には交換相互作用 J_{ex} が働くため、自由層のスピンの向きが制御される。したがって自由層の磁区制御に必要なバイアス磁界を小さくでき、適切な磁区制御を行うことができる。

【0014】

また本発明では、多層膜のトラック幅方向における両側端面より外側では磁区

制御膜が磁区制御下地層の上に接して形成されており、磁区制御膜の保磁力を大きくすることが可能である。

【 0 0 1 5 】

【発明の実施の形態】

図1は本発明における第1の実施形態の磁気抵抗効果ヘッドのセンサ部をABS面から見た断面図である。

【 0 0 1 6 】

図1に示すように、基板（図示せず）上に、NiFe合金などの軟磁性材料からなる下部磁気シールド7を形成し（図1においては図示せず）、続いて Al_2O_3 - SiO_2 化合物等などの絶縁材料からなる下部絶縁ギャップ層8が形成される。下部絶縁ギャップ層8の上には磁区制御下地層9が形成される。磁区制御下地層9は、Cr、Ti、W、Mo、V、Mn、Nb、Taのうちいずれか1種もしくは2種以上から選択された非磁性材料を用いて形成される。

【 0 0 1 7 】

磁区制御下地層9上には多層膜Lが形成される。多層膜Lは、いわゆる反強磁性層上置きシングルスピンバルブ型と呼ばれる構成である。以下、前記多層膜Lを構成する各層について説明する。

【 0 0 1 8 】

まず磁区制御下地層9の上には下地層1が形成される。下地層1はTa、NiFeCrなどの非磁性材料で形成され、単層のみならず、積層構造でもよい。下地層1の上には自由層2が形成される。自由層2はNiFe合金、CoFe合金、Ru等で形成され、単層のみならず、積層構造でもよい。自由層2の上にはCuなどの非磁性導電材料からなる非磁性層3が形成される。非磁性層3の上には固定層4が形成される。固定層4はCoFe合金、Ruなどで形成され、単層のみならず、積層構造でもよい。固定層4の上にはPtMnなどからなる反強磁性層5が形成される。固定層4は反強磁性層5によって磁化方向が一方向に固定される。反強磁性層5の上にはTaなどの非磁性材料からなるキャップ層6が形成される。

【 0 0 1 9 】

多層膜Lのトラック幅方向両側にCoCrPt合金からなる磁区制御膜10が形成され

る。これによって磁区制御膜10は多層膜Lの両側端面に接触する構造となるため、自由層2の磁区制御に必要なバイアス磁界を小さくする事ができ、高い再生出力を得ることが可能である。

【 0 0 2 0 】

磁区制御膜10の上には多層膜Lに電流を流すための電極膜11が形成される。電極膜11はCr、Ta、TaW合金、Au等から形成され、単層のみならず、積層構造でもよい。また電極膜11の上には Al_2O_3 - SiO_2 化合物などの絶縁材料からなる保護膜が形成されてもよい。

【 0 0 2 1 】

電極膜11及びキャップ層6上には Al_2O_3 - SiO_2 化合物などの絶縁材料からなる上部絶縁ギャップ層12が形成される。上部絶縁ギャップ層12の上にはNiFe合金等の軟磁性材料からなる上部磁気シールド13が形成される。

【 0 0 2 2 】

上記磁気抵抗効果ヘッドのセンサ部の製造方法を説明する。まず図4に示すように、基板（図示せず）上に下部磁気シールド7、下部絶縁ギャップ層8、及び磁区制御下地層9を形成し、磁区制御下地層の上に下地層1、自由層2、非磁性層3、固定層4、反強磁性層5、キャップ層6を有する多層膜Lを形成する。多層膜L上にリフトオフ用のレジスト層14を形成する。このとき磁区制御下地層9の膜厚をnm単位表示したものをtULとする。

【 0 0 2 3 】

このとき、下地層1の前処理として大気暴露を行い、その後プラズマ酸化（純酸素ガス、ガス圧0.9Pa、RFパワー15W、時間60秒）を行うと多層膜LのMR比が向上するので好ましい。また、下地層1の構成を最初にTaを1nm成膜して大気暴露を行い、その上に任意の層を成膜する構成にすると、自由層の保磁力 H_{cf} 、層間結合磁界 H_{int} が、図2に示す従来構造（多層膜Lの下に磁区制御下地層9がない構造）とほぼ同等となるため好ましい。

【 0 0 2 4 】

次に図5に示すように、レジスト層14に覆われていない多層膜L及び磁区制御下地層9の一部をイオンミリングなどを用いて除去する。このとき磁区制御下地層9

に対するオーバーミリング量をnm単位表示したものをOMとする。

【 0 0 2 5 】

次に図6に示すように、多層膜Lの側面及びその両側の磁区制御下地層9上に磁区制御膜10を成膜し、磁区制御膜10の上に電極膜11を形成する。

【 0 0 2 6 】

最後にレジスト層14を除去して、上部絶縁ギャップ層12、上部磁気シールド13をそれぞれ形成する。

【 0 0 2 7 】

本実施の形態では、磁区制御下地層の形成時にレジスト層が存在しないため、基板を加熱する事が可能である。基板を加熱すると前記磁区制御下地層の(200)面を前記基板の表面と平行な方向に配向させるのが容易になる。

【 0 0 2 8 】

また本実施の形態では、 t_{UL} とOMの関係が $0.8 \leq OM \leq t_{UL} - 2.2$ 、且つ $3.0 \leq t_{UL} \leq 7.0$ となるように形成すると、磁区制御膜10の保磁力を高めることができる。

【 0 0 2 9 】

図7は、表面に Al_2O_3 保護膜の形成されたAlTiC基板上に、下から磁区制御下地層、多層膜の順に形成し、多層膜と磁区制御下地層の一部をイオンミリングを用いて除去した後に、磁区制御膜を成膜したサンプルにおいて、磁区制御下地層に対するオーバーミリング量OMを変化させたときの磁区制御膜の保磁力 H_c を測定した結果を示すグラフである。

【 0 0 3 0 】

測定に用いたサンプルの磁区制御下地層はCrを用いて形成し、磁区制御膜はCoCrPtを用いて形成した。なお磁区制御下地層の膜厚 t_{UL} は7nm、磁区制御膜の膜厚は10nmとした。

【 0 0 3 1 】

図7に示すように、オーバーミリング量OMが $0.8nm \leq OM \leq 4.8nm (t_{UL} - 2.2)$ であれば保磁力 H_c は104kA/m(13000e)を超えるが、 $OM < 0.8nm$ もしくは $OM > 4.8nm (t_{UL} - 2.2)$ になると保磁力 H_c は急激に低下する事がわかる。尚、OMを4.8nm以上としてしまうと、必要な残膜厚を確保できなくなる。この結果より、OMと t_{UL} の好ましい範

囲を $0.8 \leq OM \leq tUL$ 2.2、且つ $3.0 \leq tUL \leq 7.0$ とした。

【 0 0 3 2 】

図8は、表面に Al_2O_3 保護膜の形成され、 $Al_2O_3-SiO_2$ 化合物が積層された $AlTiC$ 基板上に、下から磁区制御下地層、多層膜(下地層、反強磁性層、固定層、非磁性層、自由層、キャップ層)の順に形成したサンプルにおいて、磁区制御下地層、下地層成膜前処理、あるいは下地層をそれぞれ変化させたときのMR比、自由層保磁力 H_{cf} 、及び層間結合磁界 H_{int} を測定した結果を示すグラフである。

【 0 0 3 3 】

サンプルNo.1～5の形成条件は表1に示す通りである。サンプルNo.1は磁区制御下地層がなく多層膜のみで構成された従来例であり、以下これを標準サンプルと呼ぶ。サンプルNo.2～4は磁区制御下地層と多層膜とで構成されている。磁区制御下地層はCrを用いて形成し、膜厚は10nmとした。また下地層成膜前処理として大気暴露(大気中に5分間暴露)のみ、あるいは大気暴露後にプラズマ酸化(純酸素ガス、ガス圧0.9Pa、RFパワー15W、時間60秒)などの処理を行った。

【 0 0 3 4 】

【表1】

サンプルNo.	磁区制御下地層	下地層 成膜前処理	下地層
1	-	大気暴露	下地層A
2	Cr 10nm	大気暴露	下地層A
3	Cr 10nm	大気暴露	Ta1nm→大気暴露→下地層A
4	Cr 10nm	大気暴露→プラズマ酸化	下地層A
5	Cr 10nm	大気暴露→プラズマ酸化	Ta1nm→大気暴露→下地層A

図8より磁区制御下地層を成膜したサンプルNo.2～4では磁区制御下地層へのセンス電流の分流のため、標準サンプル(サンプルNo.1)に比べてMR比が低下することがわかる。

【 0 0 3 5 】

図8より磁区制御下地層を成膜したサンプルNo.2～4において、下地層前処理と

して大気暴露のみを行ったサンプルNo.2、3に比べ、大気暴露後にプラズマ酸化を行ったサンプルNo.4、5の方が、MR比が高いことがわかる。

【 0 0 3 6 】

下地層前処理として大気暴露のみを行ったサンプルNo.2とNo.3とを比較すると、下地層に下地層Aを用いたサンプルNo.2では層間結合磁界Hintが標準サンプル(サンプルNo.1)に比べて低下する。一方、下地層にTaを1nm成膜して、大気暴露後に、下地層Aを成膜するサンプルNo.3の層間結合磁界Hintは標準サンプル(サンプルNo.1)とほぼ同等である。

【 0 0 3 7 】

下地層前処理として大気暴露後にプラズマ酸化を行ったサンプルNo.4、5を比較すると、下地層に下地層Aを用いたサンプルNo.4では自由層保磁力Hcfが標準サンプル(サンプルNo.1)に比べて高い。一方、下地層に(Taを1nm成膜し、大気暴露後に下地層Aを成膜するサンプルNo.5では、自由層保磁力Hcfは標準サンプル(サンプルNo.1)とほぼ同等である。

【 0 0 3 8 】

以上の結果より、下地層の前処理としては大気暴露の後にプラズマ酸化を行うとMR比が向上するため好ましいが、大気暴露のみでもよい。また下地層の構成を最初にTaを1nm成膜して大気暴露を行い、その上に任意の下地層Aを成膜する構成にすると、自由層保磁力Hcf、層間結合磁界Hintが標準サンプルとほぼ同等となるため好ましい。

【 0 0 3 9 】

本発明の効果を検証するためには、図1に示したような磁気抵抗効果センサを作成し、磁気抵抗効果の外部磁界依存性であるトランスファーカーブの測定を行い評価する必要がある。以下にトランスファーカーブの測定評価法を示す。

【 0 0 4 0 】

図9にトランスファーカーブの動作原理を示す。外部磁界はトラック幅方向(Tw方向)に対し直交方向(hMR方向)に印加され、その際の磁気抵抗が測定される。その例が図9の(a) ΔV -H波形に示してある。外部磁界により自由層磁化方向が固定層磁化方向と同一の方向に向けられたときに、磁気抵抗は最小となる

(図9の(b))。外部磁界により自由層磁化方向が固定層磁化方向と逆の方向に向けられたときに、磁気抵抗は最大となる(図9の(d))。外部磁界がゼロであるときに、自由層磁荷は、バイアス磁界及び自由層に付加された誘導磁気異方性により固定層磁化方向と直交しなければならない(図9の(c))。このとき、磁気抵抗は、最大値と最小値の中間値となる。

【0041】

自由層の磁区制御が不十分であったり、不適切であったりする場合、この ΔV_H トランスファーカーブのゼロ磁界近傍の波形に開きが生じる。その例を図10に示す。

【0042】

外部印加磁界ゼロ近傍で自由層の磁化状態にヒステリシスが発生すると、トランスファーカーブにもヒステリシスによる開きが発生する。この開きを a とし、磁気抵抗変化量を ΔR として、その比 $V_{hc} = a / \Delta R$ をトランスファーカーブの開きの程度を表す特性値として使用している。磁区制御膜の残留磁化量が小さくバイアス磁界が不十分なものであったり、自由層の製造条件が不適切なものであったり、もしくは磁区制御膜の磁気特性が劣化している場合、このトランスファーカーブの開きは大きくなる事は良く知られている。これはゼロ磁界のときの自由層の磁区の状態が、単磁区に制御されず複雑な磁区状態になっているためにトランスファーカーブに開きが発生すると推定される(図10(a))。これに対して、自由層のゼロ磁界での磁区状態が単磁区に制御されている場合にはトランスファーカーブは閉じたものとなる(図10(b))。

【0043】

一方、このトランスファーカーブの ΔR 及び V_{hc} は、実際の磁気ヘッドとして磁気記録媒体上に書き込み読み込み動作を行ったときのリードヘッドの出力特性(ヘッド感度及び波形変動等)及びノイズ特性と対応している。つまり、 V_{hc} が小さくトランスファーカーブの開きが小さいものがノイズ特性に優れる。従って多層膜(下地層、反強磁性層、固定層、非磁性層、自由層、キャップ層)が同一の場合、 V_{hc} を評価することにより自由層の磁区制御が適切かどうか評価できることになる。

【 0 0 4 4 】

図11は図1に示す本発明の磁気抵抗効果ヘッドについてトランスファーカーブ評価を行い、残留磁化 B_{rt} を変化させたときの、 V_{hc} 及び ΔR を測定した結果を示すグラフである。測定に用いた磁気抵抗効果ヘッドの磁区制御下地層はCrを用いて形成し、磁区制御膜はCoCrPtを用いて形成した。

【 0 0 4 5 】

図11より残留磁化 B_{rt} を増加させると V_{hc} が低下する事がわかる。本発明の構造では $B_{rt}=15(T \cdot nm)$ において、 $V_{hc}=0.026$ 、 $\Delta R=0.046 \Omega$ の値が得られている。以上の結果より、本発明の構造で V_{hc} が低い磁気抵抗効果ヘッドが得られ、自由層の磁区を適切に制御する事ができている。

【 0 0 4 6 】

図13は本発明の第2の実施形態の磁気ヘッドを磁気抵抗効果ヘッドのセンサ部をABS面から見た断面図である。本構造は多層膜の膜面に対して垂直に電流を流すCPP型の再生ヘッドとなっている。

【 0 0 4 7 】

図13に示すように、基板（図示せず）上に、NiFe合金等の軟磁性材料からなる下部磁気シールド7を形成し、磁区制御下地層9を形成する。磁区制御下地層9は、Cr、Ti、W、Mo、V、Mn、Nb、Taのうちいずれか1種もしくは2種以上から選択された非磁性材料を用いて形成される。

【 0 0 4 8 】

磁区制御下地層9上には多層膜Lが形成される。多層膜Lは、いわゆる反強磁性層上置きシングルスピンバルブ型と呼ばれる構成である。以下、前記多層膜Lを構成する各層について説明する。

【 0 0 4 9 】

まず磁区制御下地層9の上には下地層1が形成される。下地層1はTa、NiFeCrなどの非磁性材料で形成され、単層のみならず、積層構造でもよい。下地層1の上には自由層2が形成される。自由層2はNiFe合金、CoFe合金、Ru等で形成され、単層のみならず、積層構造でもよい。自由層2の上にはCu或いは Al_2O_3 等の非磁性導電材料からなる非磁性層3が形成される。非磁性層3の上には固定層4が形成され

る。固定層4はCoFe合金、Ruなどで形成され、単層のみならず、積層構造でもよい。固定層4の上にはPtMnなどからなる反強磁性層5が形成される。固定層4は反強磁性層5によって磁化方向が一方向に固定される。反強磁性層5の上にはTaなどの非磁性材料からなるキャップ層6が形成される。

【 0 0 5 0 】

下地層1及び自由層2のトラック幅方向両側にCoCrPt合金からなる磁区制御膜10が形成され、磁区制御膜10は自由層2より上の層には接していない。磁区制御膜10の上には Al_2O_3 等の絶縁層24が形成される。絶縁層24及びキャップ層6の上にはNiFe合金等の軟磁性材料からなる上部磁気シールド層13が形成される。上部磁気シールド層13は電極を兼用し、多層膜Lの膜面に対して垂直に電流を流す。このように、C P P型の再生ヘッドにも本発明の構造を適用できる。

【 0 0 5 1 】

図12は本発明の磁気抵抗効果ヘッドの斜視概念図である。下部磁気シールド15の上部に絶縁層16を介して磁気抵抗効果を有する多層膜17があり、その両端斜面に隣接して磁区制御積層体Mがある。多層膜17、磁区制御積層体Mの上部に絶縁層18を介して上部磁気シールド19がある。上部磁気シールド19の上部に絶縁層20を介して下部磁極21aがある。下部磁極21aの一部は突起状の構造21bをしており、この部分で記録動作を行う。下部磁極21aの上部にはコイル23と上部磁極22a、22bとがある。上部磁極22aの先端部は浮上面からリセスされており、上部磁極22bの先端より奥に入った構造をなす。上部磁極を22a、22bのように分割することにより、コイル23を流れる電流によって磁極内に発生する磁束を効果的に先端部分に集め、記録特性を向上させることが出来る。この書き込みヘッドは主磁極と副磁極を有する垂直記録用のものでも良い。

【 0 0 5 2 】

【発明の効果】以上本発明によれば、自由層の両側端面に磁区制御膜を接触して形成することが可能となる。したがって自由層の磁区制御に必要なバイアス磁界を小さくする事ができ、適切な磁区制御を行うことができる。

【 0 0 5 3 】

また本発明では磁気抵抗効果を発揮する多層膜のトラック幅方向における両側

端面より外側では磁区制御膜が磁区制御下地層の上に接して形成されており、磁区制御膜の保磁力を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明における第一の実施形態の磁気抵抗効果ヘッドのセンサ部をABS側面から見た断面図である。

【図 2】従来の磁気抵抗効果ヘッドのセンサ部をABS側面から見た断面図である。

【図 3】磁気抵抗効果ヘッドのセンサ部における磁荷、バイアス磁界 H_bL 、自由層反磁界 H_d 、交換相互作用 J_{ex} を模式的に示した図である。

【図 4】本発明の磁気抵抗効果ヘッドのセンサ部の製造方法の第一実施形態の一工程図である。

【図 5】本発明の磁気抵抗効果ヘッドのセンサ部の製造方法の第一実施形態の一工程図である。

【図 6】本発明の磁気抵抗効果ヘッドのセンサ部の製造方法の第一実施形態の一工程図である。

【図 7】磁区制御下地層のオーバーミリング量 OM と磁区制御膜の保磁力 H_c との関係を示すグラフである。

【図 8】(磁区制御下地層、下地層 成膜前処理、下地層)を変化させたときのMR比、自由層保磁力 H_{cf} 、層間結合磁界 H_{int} を示すグラフである。

【図 9】トランスファーカーブの動作原理を説明する図である。

【図 10】トランスファーカーブの特性値である磁気抵抗変化量 ΔR とトランスファーカーブの開きを表わす V_{hc} を説明する図である。

【図 11】本発明と従来の磁気抵抗効果ヘッドのセンサ部のトランスファーカーブ特性値を比較した図である。

【図 12】本発明の磁気抵抗効果ヘッドの斜視図である。

【図 13】本発明における第二の実施形態の磁気抵抗効果ヘッドのセンサ部をABS側面から見た断面図である。

【符号の説明】

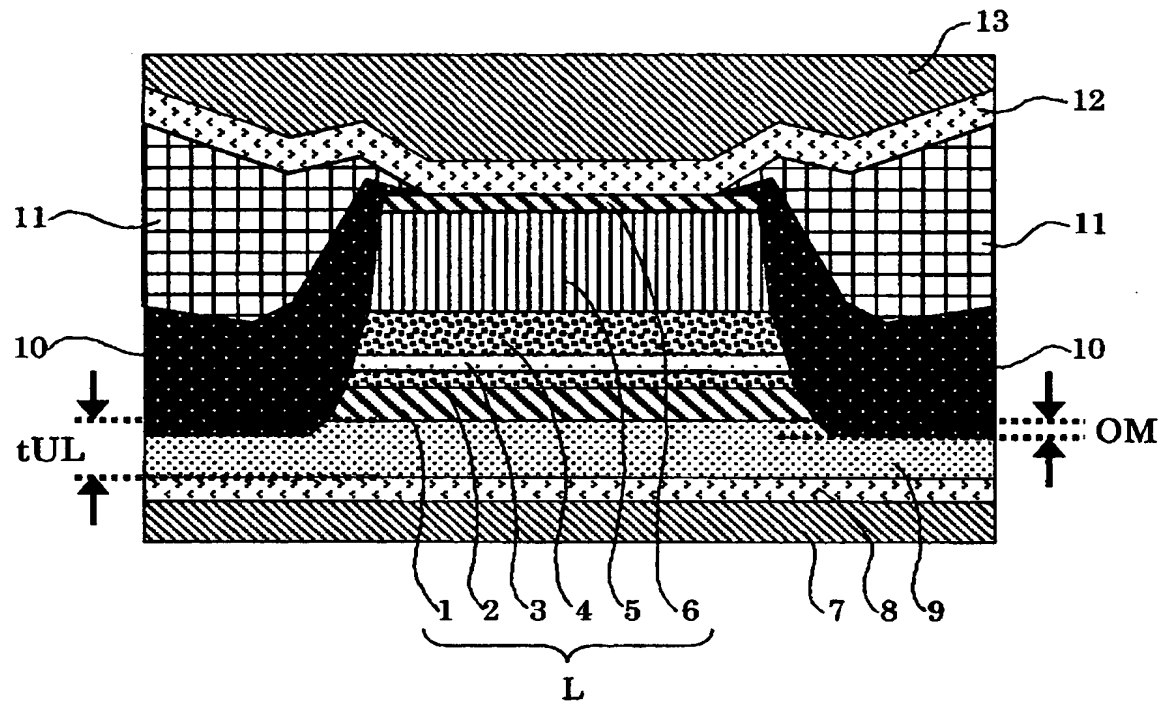
1…下地層、2…自由層、3…非磁性層、4…固定層、5…反強磁性層、6…キャップ

層、7…下部磁気シールド、8…下部絶縁ギャップ層、8a…下部絶縁ギャップ層隆起部、8b…下部絶縁ギャップ層延出部、9…磁区制御下地層、10…磁区制御膜、11…電極膜、12…上部絶縁ギャップ層、13…上部磁気シールド、14…レジスト、15…下部磁気シールド、16…絶縁層、17…磁気抵抗効果多層膜、18…絶縁層、19…上部磁気シールド、20…絶縁層、21a…下部磁極、21b…下部磁極突起、22a…上部磁極1、22b…上部磁極、23…コイル、24…絶縁層、L…多層膜、M…磁区制御積層体

【書類名】 図面

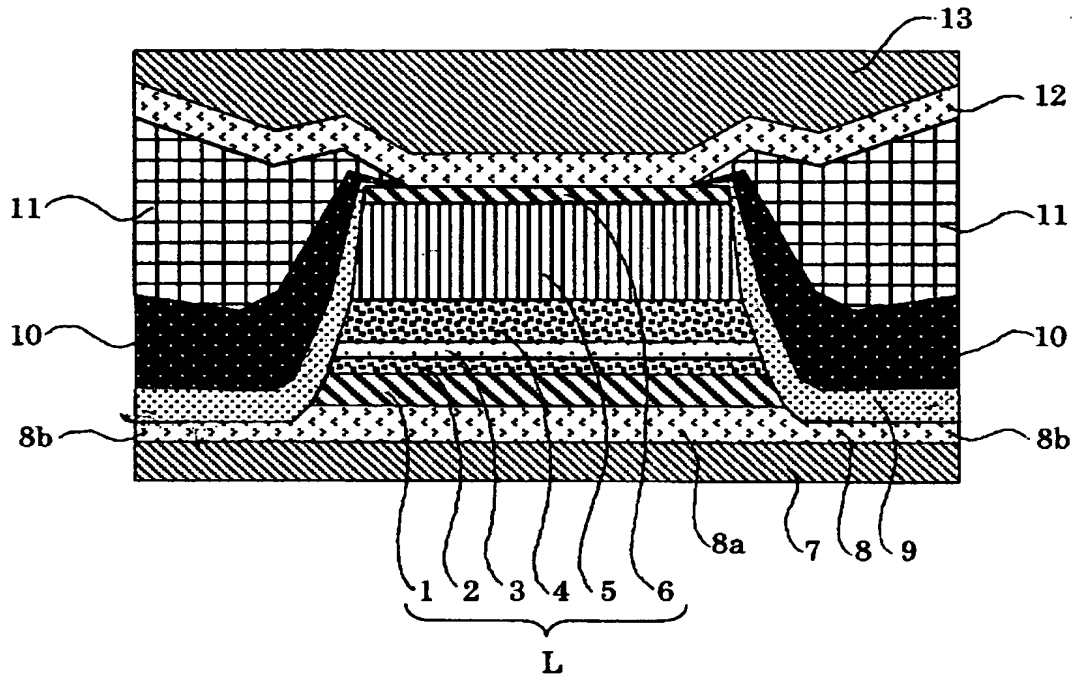
【図 1】

【図 1】



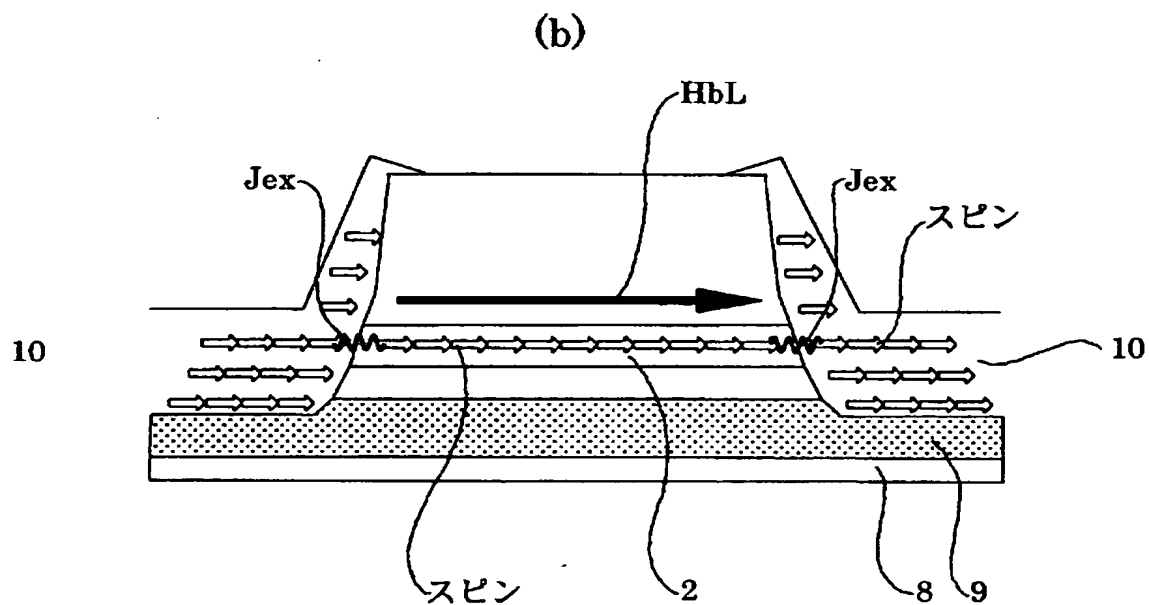
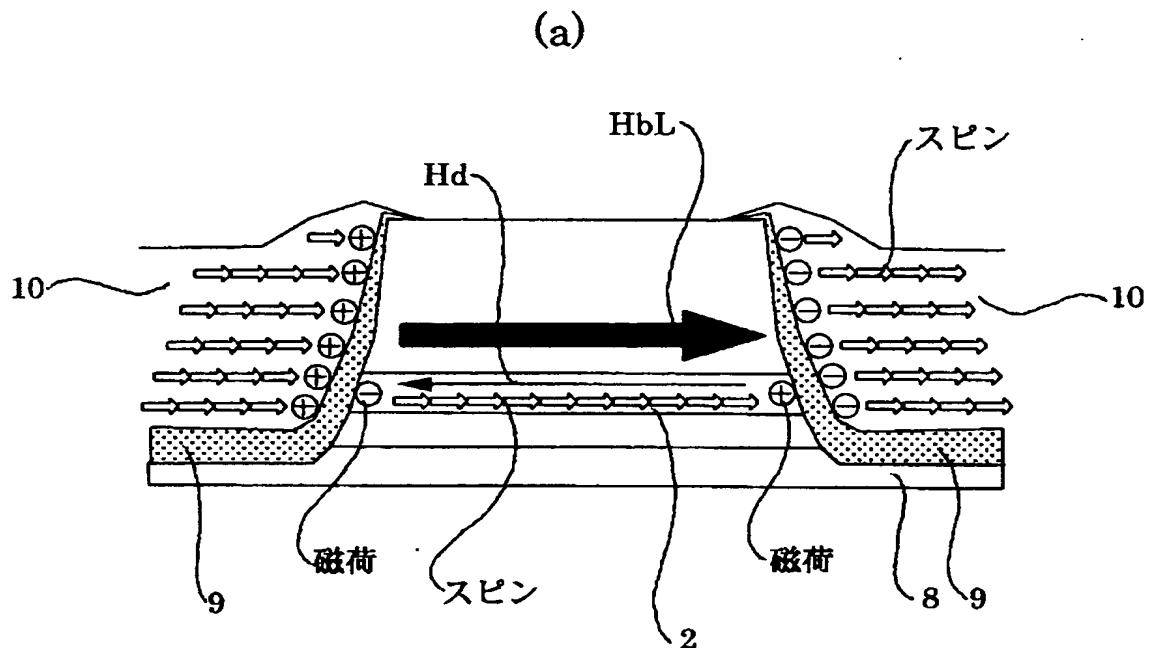
【図 2】

【図 2】



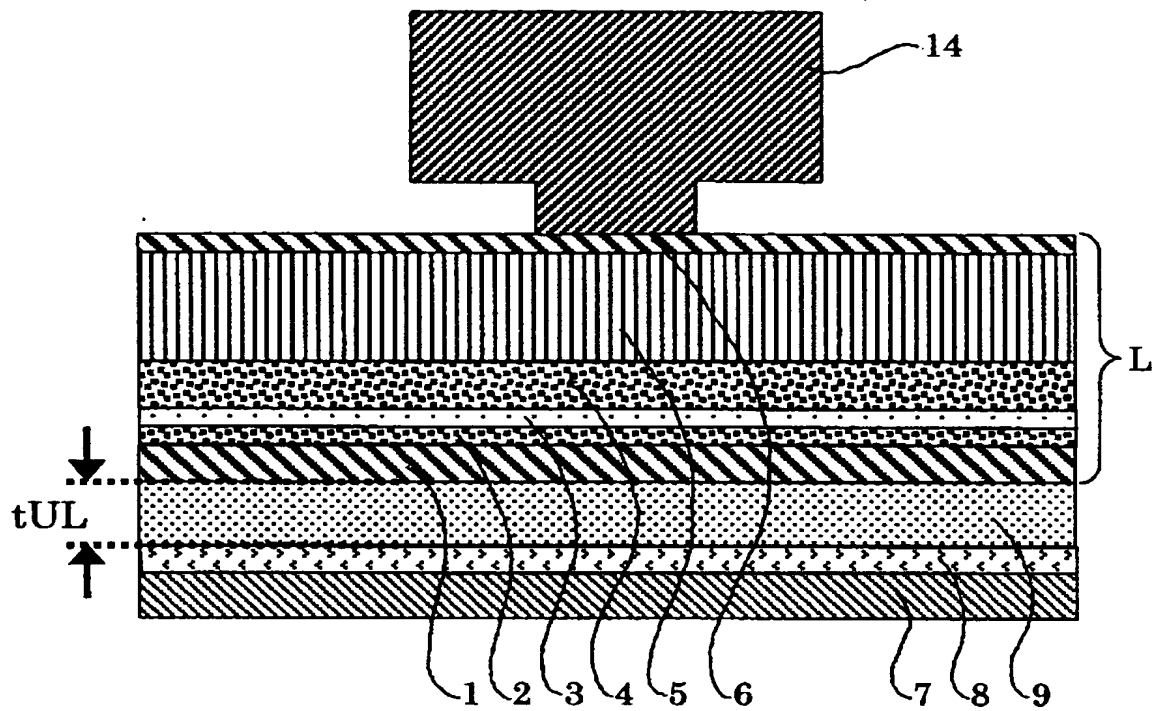
【図 3】

【図 3】



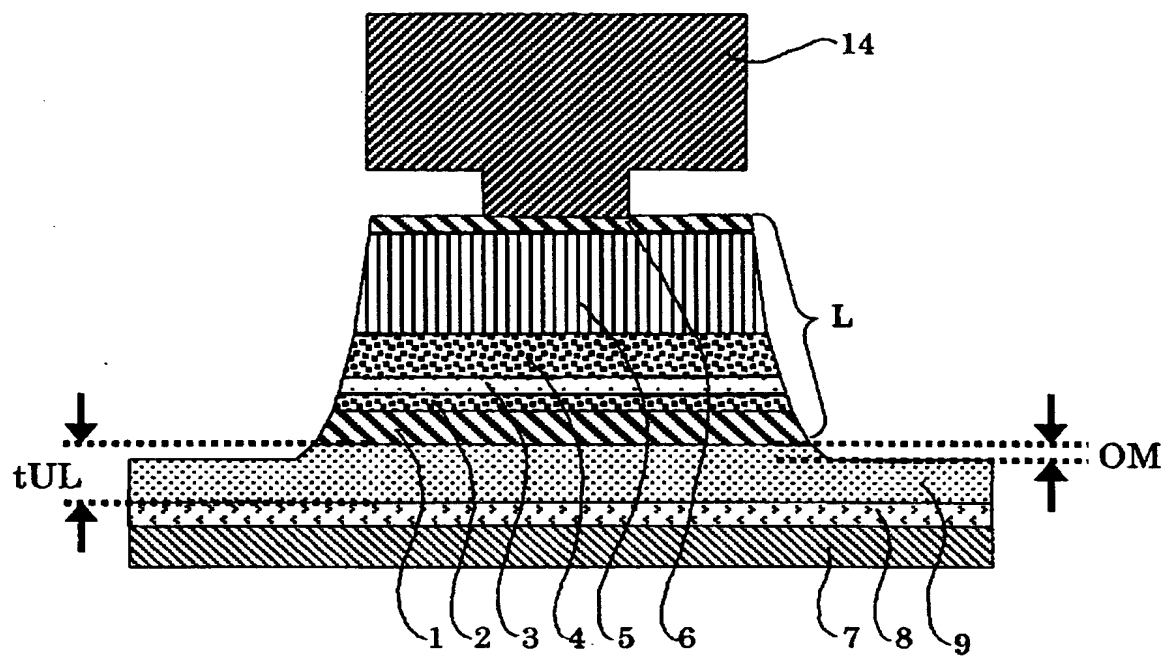
【図 4】

【図 4】



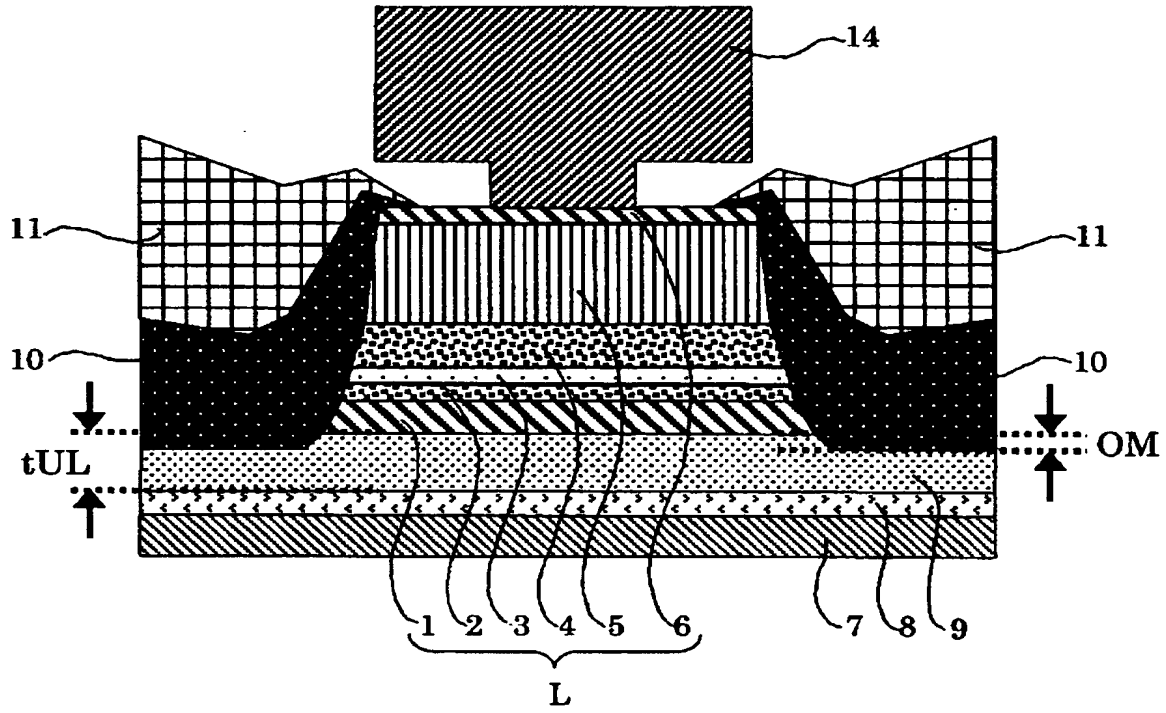
【図 5】

【図 5】



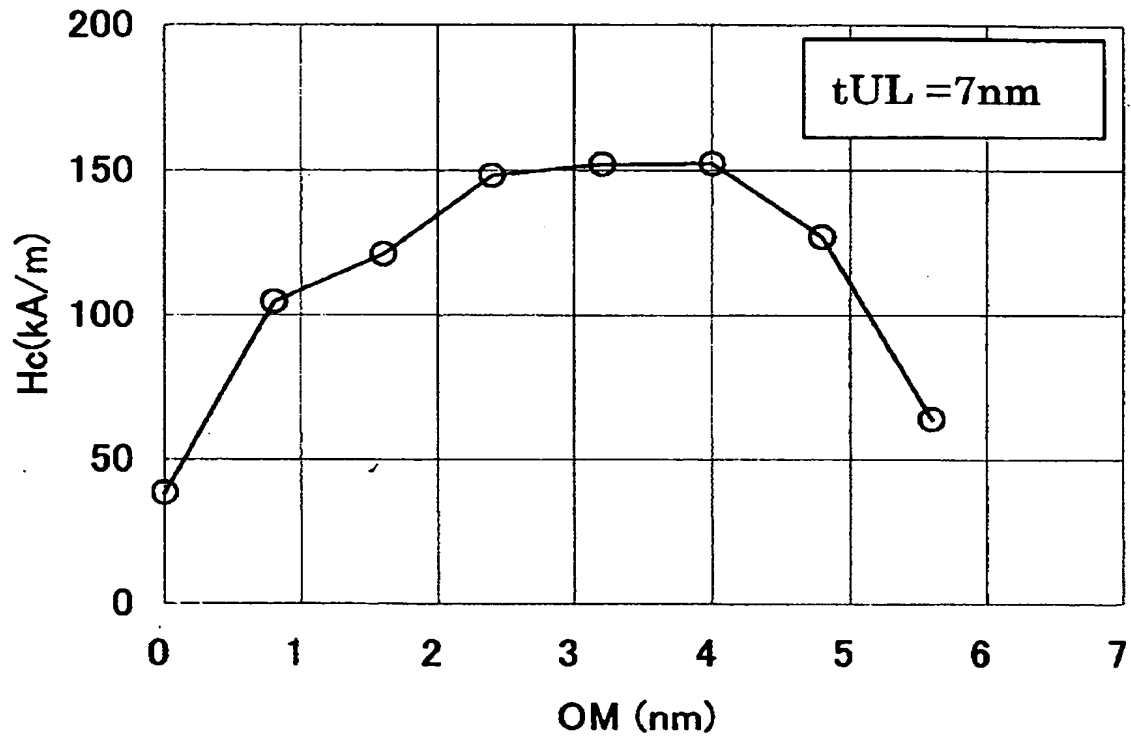
【図 6】

【図 6】



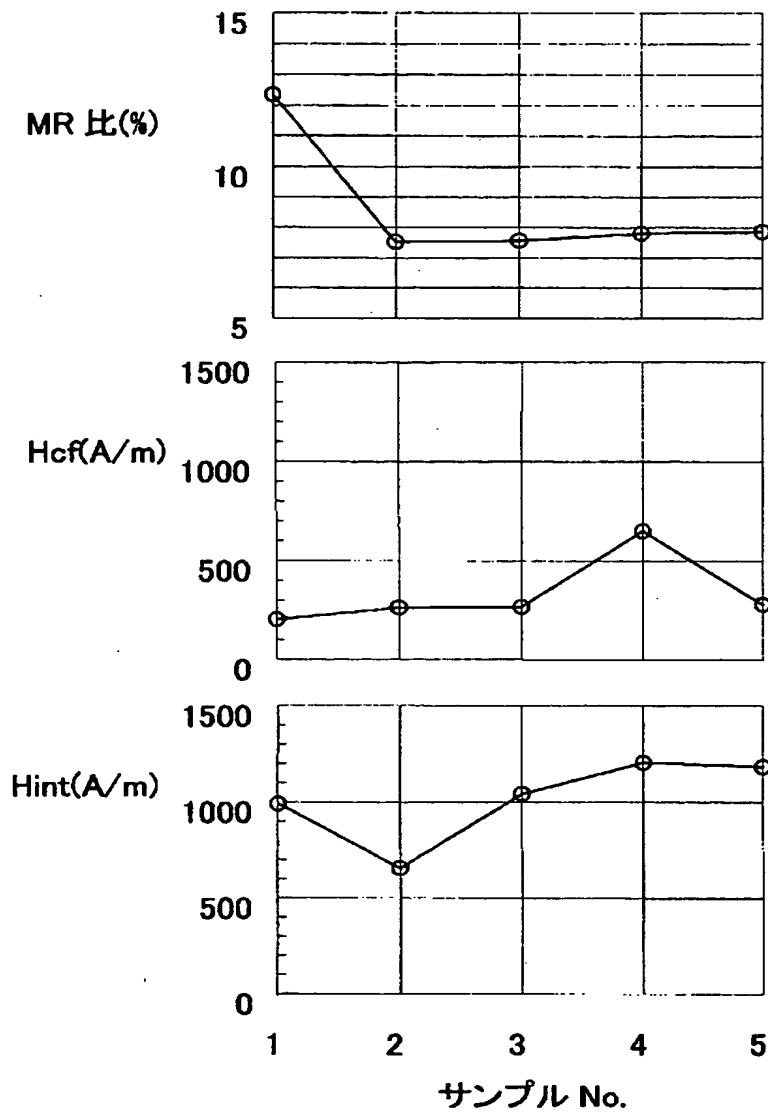
【図 7】

【図 7】



【図 8】

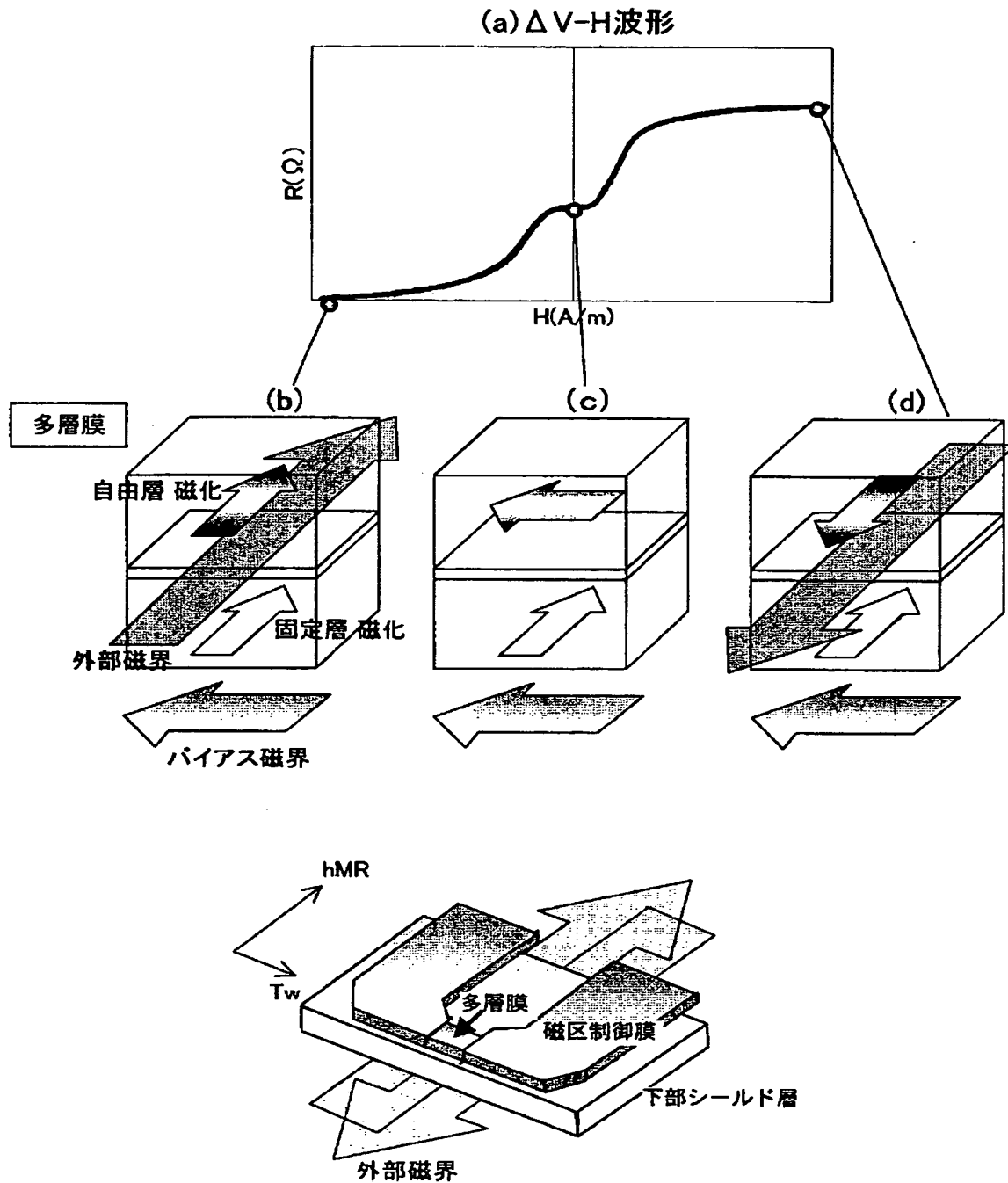
【図 8】



サンプルNo.	磁区制御下地層	下地層 成膜前処理	下地層
1	-	大気暴露	下地層A
2	Cr 10nm	大気暴露	下地層A
3	Cr 10nm	大気暴露	Ta1nm→大気暴露→下地層A
4	Cr 10nm	大気暴露→プラズマ酸化	下地層A
5	Cr 10nm	大気暴露→プラズマ酸化	Ta1nm→大気暴露→下地層A

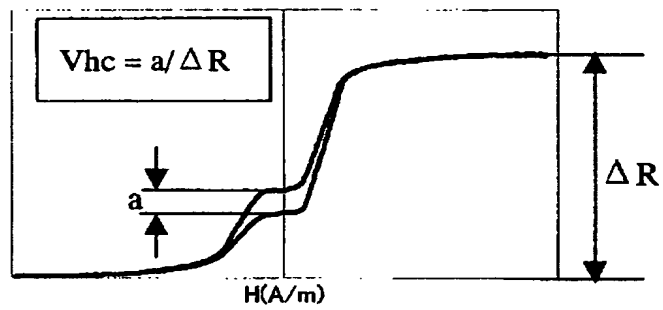
【図 9】

【図 9】

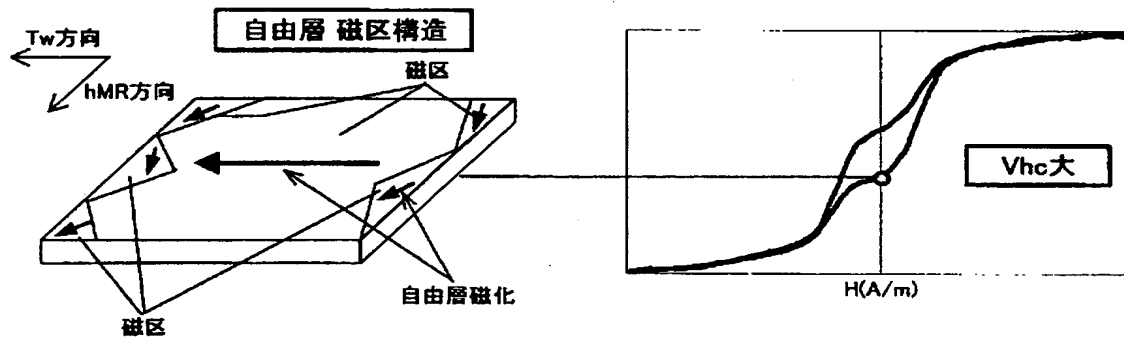


【図 10】

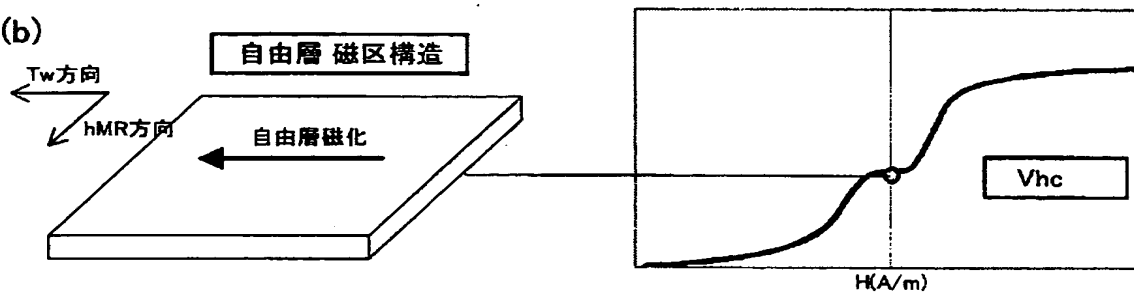
【図 10】



(a)

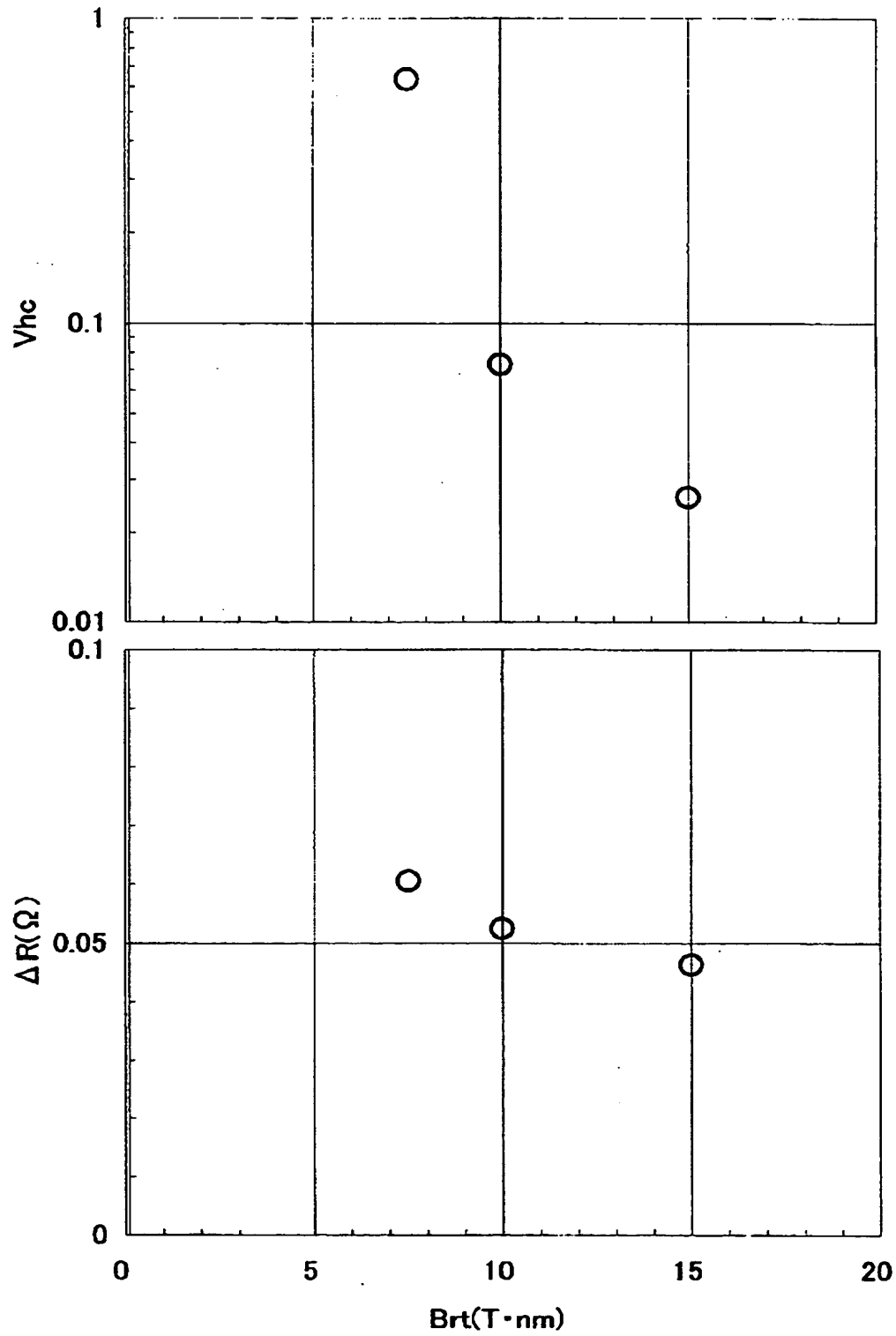


(b)



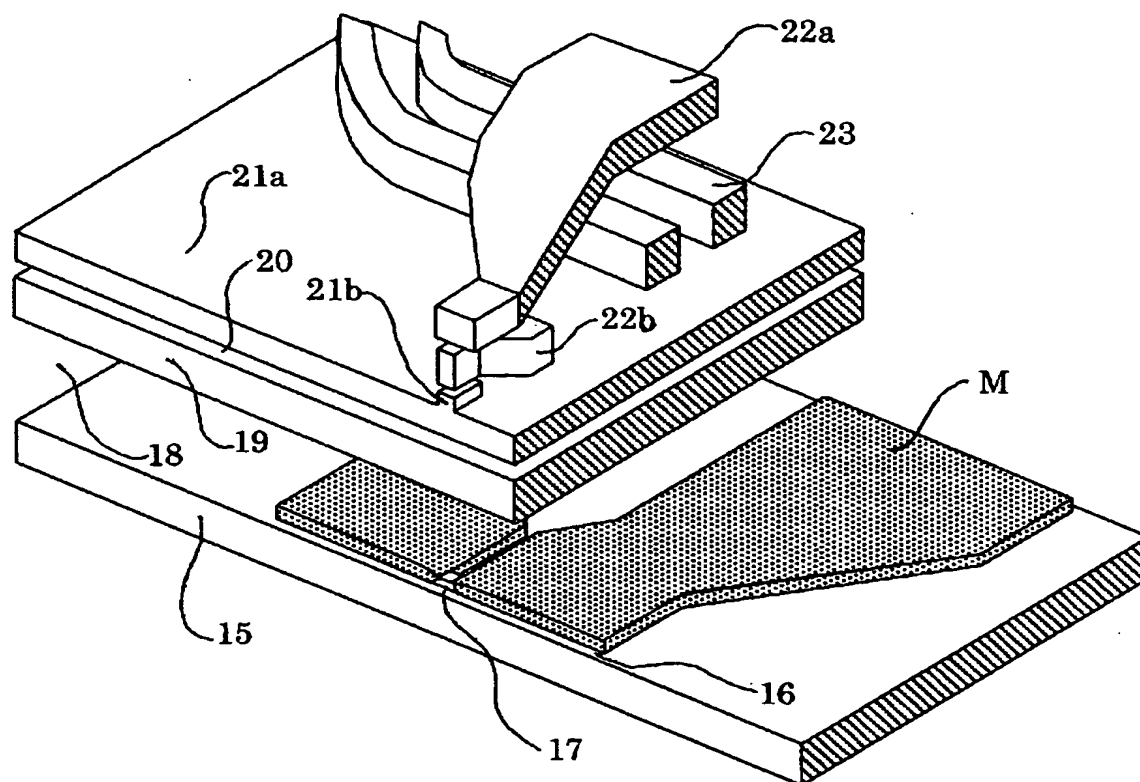
【図 1 1】

【図 11】



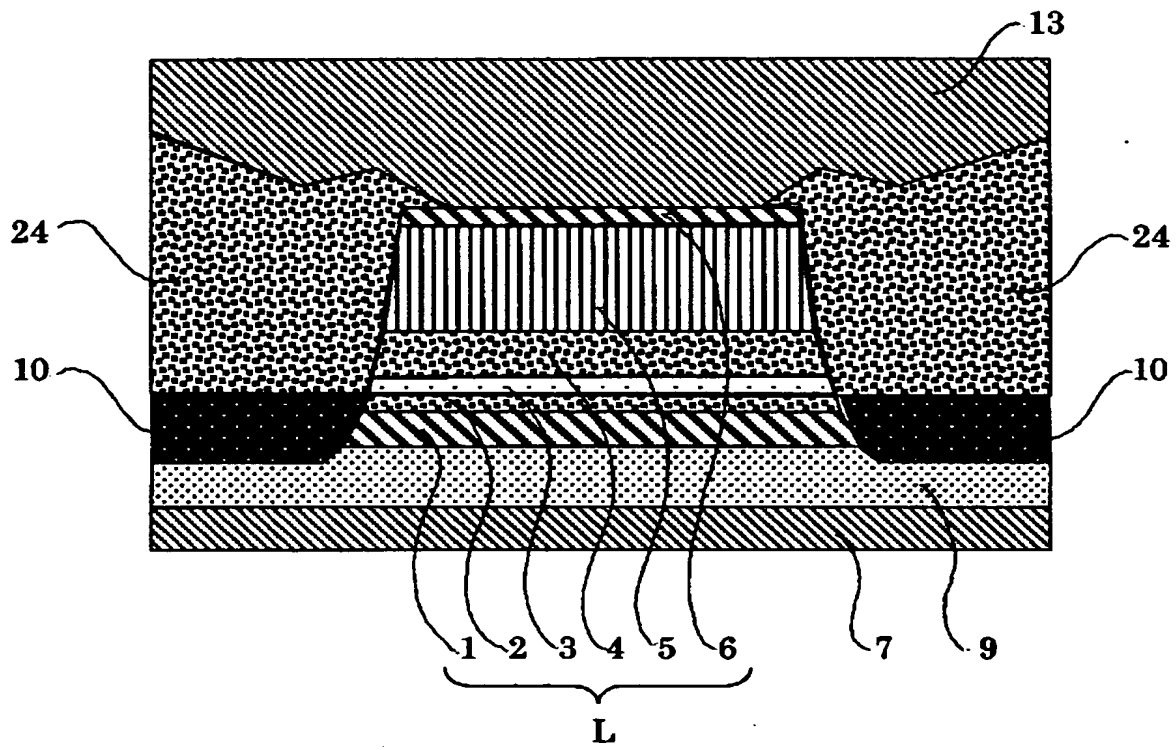
【図 12】

【図 12】



【図 13】

【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】従来の磁気抵抗効果ヘッドでは、磁区制御に必要なバイアス磁界を大きくしないと、適切な磁区制御を行うことができなかった。

【解決手段】磁区制御下地層を磁気抵抗効果多層膜の下部に形成することにより、磁区制御膜を自由層の両側端面に接触させて、磁区制御膜からの余分なバイアス磁界を最小化した状態で適切な磁区制御を実現することができる。

【選択図】 図1

認 定 ・ 付 加 情 報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 9 3 1 3 4
受付番号	5 0 3 0 0 5 2 3 1 3 8
書類名	特許願
担当官	第八担当上席 0 0 9 7
作成日	平成 1 5 年 4 月 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 3月31日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005108]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地
氏 名	株式会社日立製作所